

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.К. Москалев
подпись инициалы, фамилия
«__» _____ 20 __ г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

27.03.05 – «Инноватика»

код – наименование направления

«Современные методы обработки древесины для целей
коммерческого применения»

тема

Руководитель

_____ канд. физ.-мат. наук, доц. А.К. Москалев
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник

РФ13-41 051313540 _____ П.С. Зарубин
номер группы, зачетной книжки подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Современные методы обработки древесины для целей коммерческого применения» содержит 59 страниц текстового документа, 14 использованных источников.

ХВОЙНАЯ ПОРОДА ДРЕВЕСИНЫ, АНАЛИЗ, ДРЕВЕСИНА ЛИСТВЕННИЦЫ, ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОКАЗАТЕЛЬ, ЛИСТВЕННИЦА, ПРЕИМУЩЕСТВО, НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ, ТЕКСТУРИРОВАНИЕ, ЩЕТКА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ТОЧКА БЕЗУБЫТОЧНОСТИ, ДОХОД.

Объект исследования: хвойные породы древесины.

Предмет: новое применение древесины лиственницы.

Цель работы – выявить современные методы обработки древесины для коммерческого применения.

Задачи:

- проанализированы физико-механические свойства хвойных пород древесины;
- описаны преимущества и недостатки древесины лиственницы;
- найдено новое применение древесины лиственницы;
- охарактеризованы щётки, применяемые для текстурирования;
- представлен брашировальный станок;
- вычислена экономическая эффективность от внедрения станков;
- рассчитана точка безубыточности процесса текстурирования;
- посчитан чистый дисконтированный доход.

В результате проведения работы, по всем задачам, была выбрана древесина лиственницы исходя из её физико-механических свойств, также было найдено новое применение лиственницы, которым является текстурирование.

Была рассчитана точка безубыточности данного проекта и чистый дисконтированный доход.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Характеристика лиственницы сибирской.....	6
1.1 Физико-механические свойства хвойных пород древесины	6
1.2 Преимущества и недостатки древесины лиственницы	9
1.3 Пиломатериалы и области применения лиственницы	11
2 Общая теория процесса резания древесины, описание, разновидности, характеристика пил и фрез.....	18
2.1 Процесс резания. Скорость резания и скорость подачи	18
2.2 Характеристика, параметры и разновидности пил.....	31
2.3 Описание, разновидности и подготовка фрез к работе.....	37
2.4 Описание щеток для брашировки, подбор щеток.....	41
3 Экономическое обоснование метода обработки древесины	43
3.1 Специализированный режущий инструмент для целей обработки древесины.....	43
3.2 Экономическая эффективность от внедрения дереворежущего инструмента	45
Заключение	56
Список использованных источников	58

ВВЕДЕНИЕ

Общая площадь земель лесного фонда России, по данным государственного лесного реестра на 01.01.2015 г., составляет 1 146,2 млн. га. В лесном фонде преобладают хвойные насаждения (68,1 % площади покрытых лесной растительностью земель). Наиболее распространенными лесообразующими породами хвойных деревьев являются лиственница 274 827,1 тыс. га (35,7 %), сосна 119 259,7 тыс. га (15,5 %), ель 77 742,3 тыс. га (10,1 %) и кедр 38 858,9 тыс. га (5,0 %) [7, с.6].

В Сибирском Федеральном Округе, площадь земель данных пород хвойных деревьев составляет [7, с.8]:

- лиственница 93 782,6 тыс. га;
- сосна 43 637,5 тыс. га;
- ель 11 561,9 тыс. га;
- кедр 28 272,6 тыс. га.

Древесина лиственницы представляет собой один из самых перспективных и распространенных древесных материалов России. Однако имеющиеся свойства данной породы хвойных деревьев и ее обработка еще недостаточно совершенны. В данной выпускной квалификационной работе, представлена сравнительная характеристика нескольких пород хвойных деревьев, а также новое применение лиственницы в строительстве. Представлена теория резания древесины, описание специализированного режущего инструмента и технико-экономическое обоснование метода обработки древесины.

Выбранная тема актуальна, так как на сегодняшний день существует достаточно много методов обработки древесины, а новых способов практически нет. В данной работе выбор пал на древесину лиственницы, так как сегодня к лиственнице особый интерес. Данная порода хвойных деревьев была выбрана исходя из её физико-механических свойств. В работе была представлена сравнительная характеристика нескольких хвойных пород

древесины, исходя из которых лиственница по всем параметрам превосходила другие породы хвойных деревьев.

Целью работы является выявление современных методов обработки древесины для коммерческого применения.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать физико-механические свойства хвойных пород древесины;
- описать преимущества и недостатки древесины лиственницы;
- найти новое применение древесины лиственницы;
- охарактеризовать щётки, применяемые для текстурирования;
- представить брашировальный станок;
- вычислить экономическую эффективность от внедрения станков;
- рассчитать точку безубыточности процесса текстурирования;
- посчитать чистый дисконтированный доход.

Областью исследования данной работы являются хвойные породы древесины, предметом исследования является новое применение древесины лиственницы.

В заключении представлены основные результаты исследования, в виде общих выводов. Выпускная квалификационная работа содержит 11 таблиц, 10 рисунков и 9 формул. При подготовке данной выпускной квалификационной работы было использовано 14 литературных источников.

1 Характеристика лиственницы сибирской

1.1 Физико-механические свойства хвойных пород древесины

Лиственница – одна из самых распространенных пород хвойных деревьев в России. Занимает огромные площади в Сибири и Дальнем Востоке России и произрастает на данном участке от юга Приморья до северных границ распространения деревьев. Особо большой высотой данная порода не обладает, при хороших условиях высота дерева достигает до 50 м, а диаметр ствола до 1 м. Возраст лиственницы довольно большой и нет точного значения, так как доживать данные породы могут до 300–400 лет, но зарегистрированы случаи лиственницы возрастом до 800 лет. Хвоя лиственницы однолетняя, мягкая, сама порода однодомное, то есть на одном растении одного вида могут находиться либо мужские, либо женские цветки. Опыление данной породы дерева происходит с распусканием хвои или сразу за её распусканием. На юге опыление наступает в апреле – мае, на севере – в июне. Осенью, в год цветения, созревают шишки, которые имеют длину от 1,5 до 3,5 см [6].

Корневая система породы, в обычных условиях мощная, разветвленная, без резко выраженного корня, а в сильных условиях встречается заглубленные на концах боковые корни, именно наличие этих корней обеспечивает ветроустойчивость дерева.

Лиственница является деревом чрезвычайно светолюбивым, в тени не растет и не возобновляется. В условиях благоприятных, растет довольно быстро. До возраста 20 лет, способно прибавлять в год от 50 до 100 см.

Данная порода устойчива к весенним заморозкам, так же устойчива к низким зимним температурам, нетребовательна к режиму теплового вегетационного периода, именно благодаря этому она распространена далеко за Полярным кругом.

На планете насчитывают 600 видов растений, которые относятся к породе хвойных деревьев. Рассмотрим некоторые из них:

- сосна;
- ель;
- лиственница;
- кедр;
- пихта.

В таблице 1.1 представлена сравнительная характеристика выше описанных пород хвойных деревьев [5].

Таблица 1.1 – Сравнительная характеристика пород

Породы	Твердость, МПа	Устойчивость к		Применение
		расщеплению	гниению	
Сосна	38,5 и менее	Низкая	Низкая	Строительство, мебель, медицина
Ель	38,5 и менее	Низкая	Низкая	Строительство, музыкальные инструменты, медицина
Лиственница	От 38,6 до 82,5	Средняя	Высокая	Строительство, фундамент, медицина, фармацевтика, мебель
Кедр	38,5 и менее	Низкая	Высокая	Строительство, медицина, фармацевтика
Пихта	38,5 и менее	Низкая	Низкая	Медицина, пиломатериалы, масло, фармацевтика

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что сосна, так же, как и ель обладают более низкой устойчивостью к расщеплению и гниению, чем лиственница. Древесина кедра не отличается высокой твердостью от сосны и ели, поэтому не выдерживает больших нагрузок, но обладает большей стойкостью к гниению. Лиственница является более прочной, она устойчива к деформации и обладает малой износостойкостью, чем другие выше приведенные породы хвойных деревьев.

В таблице 1.2 представлены технологические показатели хвойных пород деревьев [4].

Таблица 1.2 – Технологические показатели пород

Породы	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа			Теплопроводность
		при изгибе	при сжатии вдоль волокон	при растяжении вдоль волокон	
Лиственница	680	97	52	129	130
Сосна	530	79	44	115	150
Ель	460	77,5	42	122	110
Кедр	440	64,5	35	78	95
Пихта	375	67,9	40	67	150

В зависимости от плотности виды древесины бывают:

- мягкая (до 540 кг/м³);
- твердая (550–740 кг/м³);
- очень твердая (свыше 750 кг/м³).

Из этого можно сделать вывод о том, что кедр, ель и сосна относятся к мягкой древесине по плотности, а лиственница относится к твердой, примерами твердой древесины могут быть дуб, грецкий орех, клен, яблоня и ясень.

Прочность — способность древесины сопротивляться разрушению под действием механических нагрузок [3, с.37]. Средняя величина предела

прочности при растяжении вдоль волокна для всех пород составляет 130 МПа. Максимально приближена к этому значению является лиственница, ее прочность составляет 129 МПа. На прочность при растяжении вдоль волокон оказывает влияние строения древесины. Небольшое отклонение от правильного расположения волокон вызывает снижение прочности древесины. Наибольшей прочностью при изгибе и при сжатии вдоль волокна обладает лиственница, в сравнении с другими породами из выше приведенной таблицы.

Теплопроводность — способность материала проводить тепло, чем выше этот коэффициент, тем быстрее происходит теплообмен [2, с.32]. Из всех приведенных пород хвойных деревьев в таблице 2, самым теплым по показателю теплопроводности является кедр. Следующим по теплопроводности идет древесина ели, коэффициент теплопроводности лиственницы ниже сосны, но выше чем у кедра и ели.

1.2 Преимущества и недостатки древесины лиственницы

Уникальные свойства лиственницы давно известны людям, именно поэтому дерево вызывает интерес как у дизайнеров и проектировщиков, так и у строителей и экспертов, в конечном итоге спрос на древесину этой породы неуклонно растет.

Большинство людей уже слышаны о том, что свайные фундаменты многих зданий в Венеции изготовлены из лиственницы. И вот уже спустя 300 лет они успешно эксплуатируются. Дерево, полностью погруженное в морскую воду, с годами стало лишь крепче, об этом свидетельствуют заключения авторитетных специалистов. Это единственная порода в мире, которая способна выдерживать настолько тяжелые условия.

В российских регионах, где порода наиболее доступна, ее предпочитают при обустройстве подземных сооружений, используют в качестве подпорных элементов при прокладке шахт [12].

По содержанию смол эта порода хвойных деревьев превосходит многие другие, что объясняет ее высокую биологическую стойкость. Как я уже говорил, сруб лиственницы наиболее устойчив к воздействию вредоносных насекомых и микроорганизмов. Смолы также придают древесине крепкость, которая с годами становится настолько твердой, что не поддается никакой обработке. Несмотря на присутствие горючих веществ в структуре дерева, материалы из лиственницы обладают высокой естественной огнестойкостью.

Дерево обладает очень приятным насыщенным хвойным ароматом, многие владельцы домов из данной породы хвойных деревьев, предпочли не производить дополнительную внутреннюю отделку, утверждая это тем, что запах натуральной хвойной древесины благотворно влияет на внутренний микроклимат. Многочисленные положительные отзывы уже возведенных и эксплуатируемых объектов из лиственницы свидетельствуют о том, что фасады и внутренняя отделка домов из этой породы нравится большому количеству людей.

По мимо всех плюсов и достоинств данной породы, существуют так же и недостатки. Как не странно прозвучит, все недостатки лиственницы происходят из ее безусловных плюсов [12]:

- высокое содержание смол многократно утяжеляет процесс обработки дерева, очень вязкая структура требует применения специального дорогостоящего оборудования и достаточно сложных, затратных технологий. Ножи и пилы быстро затупляются при работе с древесиной данной породы хвойных деревьев;

- плотная, тяжелая структура усложняет процесс заготовки и транспортировки бревен. Основные поставки древесины лиственницы осуществляются из Сибири, где самым доступным способом доставки древесных материалов является речной сплав. Данная порода хвойных деревьев сильно притапливается и часто тонет, а вывоз автомобильным транспортом очень дорогостоящ. Это не самым лучшим образом влияет на формирование цены на благородную древесину. С учетом всех сложностей, готовый дом из

лиственницы под ключ не может быть дешев. К примеру, для средней полосы России цена 1 м³ бруса из этого дерева составляет около 13 тыс. руб., плюс работы обойдутся, в среднем, около 5,5 тыс. руб.;

– высокая плотность и влажность ствола определяет повышенную анизотропию этой строевой породы. Другими словами, это значит, что усушка древесины в тангенциальном и радиальном направлениях осуществляется крайне неравномерно. При усушке материал «ведет», чтобы уменьшить это негативное проявление, торцы бревен нужно запаковывать сразу же после заготовки. Осуществляется данное действие с помощью олифы, лаков, масляных красок, извести и глины;

– пиломатериалы лиственницы также коробятся, что провоцирует растрескивание наружной части, особенно это касается широких досок. Радиальная распиловка сокращает это досадное явление в несколько раз;

– высокая прочность дерева, которая приобретаетсся с годами, делает его подобным камню, что не слишком благоприятно для осуществления ремонтов и применения отделки. В бревно зрелой лиственницы невозможно даже забить гвоздь, не говоря о его обработке.

1.3 Пиломатериалы и области применения лиственницы

Данную породу хвойных деревьев применяют практически везде и об этом стоит рассказать. В составе породы находится множество полезных веществ, начиная от эфирного масла и заканчивая органическими кислотами. В качестве медицинского сырья используют хвою, смолу, древесину и почки. В народной медицине хвою данной породы используют для приготовления напитка утоления жажды и в качестве профилактического средства от многих болезней. Хвоя так же пригодна для приготовления салатов, которые составляют основу диетического питания. Эфирное масло используют для изготовления мазей и пластырей, а в чистом виде оно эффективно как средство наружного применения при ревматизме, невралгии и других заболеваниях.

Ингаляции эфирного масла назначают в качестве антибактериального средства при гангрене легких и бронхите. Настои из коры рекомендуют для лечения грыжи, настой из хвои употребляют для лечения простуды с кашлем, а также эти настои хорошо помогают при кровотечении десен [10].

Области применения лиственницы огромны, а само дерево, ее древесину чаще всего используют в строительстве, ведь за последние годы эта порода получила широкое распространение и можно сказать вошла в моду и это неудивительно ведь ее выразительная, красноватая древесина имеет ровный, мягкий рисунок и своеобразный шелковистый блеск. Древесина данной породы используется в элементах и изделиях, предназначенных для длительной эксплуатации при значительных нагрузках. Полы, лестницы, столешницы из лиственницы будут служить долго как в доме, на балконе, террасе, так и в помещениях с более высокой влажностью и частым перепадом температур.

Деревянные дома из лиственницы, отличаются особой прочностью, надежностью и долговечностью. Дом из лиственницы не требует предварительной закладки фундамента, благодаря своей смолистости данная порода хвойных деревьев противостоит гниению, разрушению грибом, воздействию влаги и насекомых.

Лиственница не требует антибактериальной обработки, хорошо поддается шлифовке и на нее легко ложится лак. Строительные материалы из лиственницы отлично, как я уже говорил, справляются с климатическими и биологическими воздействиями. Они не коробятся, не гниют и даже не трескаются, что часто происходит с древесиной при сильных перепадах температур. Стоит так же сказать, что лиственницу нередко относят к группе элитных пород деревьев, а пиломатериалы из лиственницы часто называют эликсиром здоровья, что объясняется не только самой красотой древесины к примеру отделки деревянного дома, но и высокой экологичностью.

Деревянные дома, построенные из лиственницы, отличаются большим содержанием фитонцидов, которые полезны для здоровья человека. Так же она хорошо воздействует на микроклимат человека. Помимо использования в

строительстве загородных домов. Лиственница применяется в изготовлении мебели, производстве деревянных окон, деревянном судостроении и целлюлозно-бумажном производстве. Из лиственницы производят шпал, гонт и данная порода хвойных деревьев является лучшей в производстве свай для фундамента.

Сегодня к лиственнице испытывают особый интерес, древесина по многим характеристикам превосходит различные хвойные породы, что объясняет её спрос и интерес. На сегодняшний день существует несколько видов строительного материала из лиственницы, которые являются стандартными и изготавливаются уже довольно давно [11]:

– оцилиндрованное бревно. Стволы деревьев, очистив от коры, пропускают через станки с системой фрез, превращая их в цилиндры с тщательно обработанной поверхностью. Затем бревна торцуют в размер, и выполняют пазы, шипы и замки антисептируют. В строительстве оцилиндрованное бревно может использоваться как естественной влажности, так и высушенное по специальным технологиям. Дом, построенный из бревна естественной влажности, подвержен усадке. Этот момент учитывается при строительстве, и между этапами, где возводится дом, делается перерыв. Деревянный дом из оцилиндрованного бревна лиственницы меньше подвержен усадке, это объясняется высокой плотностью древесины. Оцилиндрованное бревно лиственницы имеет стандартную длину, которая обычно не превышает 6 м, однако бревна большей длины так же возможны. Благодаря одинаковому диаметру и высокому качеству обработки поверхностей, постройки из оцилиндрованного бревна лиственницы не требуют отделки;

– клееный брус из лиственницы. Производство клееного профилированного бруса из лиственницы осуществляется сушкой. Пиломатериал высушивается на сушильных камерах до мебельной влажности 8–10%, дальше калибруются с четырех сторон для получения точной геометрии, сортируются и склеиваются специальными экологическими клеями на мощной гидравлическом прессе;

– профилированный брус из лиственницы. Профилированный брус естественной влажности используется при строительстве любых деревянных домов, а также бань;

– доска пола из лиственницы. Доска пола из лиственницы — это шпунтованное с двух противоположных сторон погонажное изделие, которая изготавливается на высокоточном деревообрабатывающем оборудовании. Влажность доски пола из данной породы хвойных деревьев не превышает 10 %. Доска из лиственницы не подвергается механическим нагрузкам, данный пиломатериал эстетичен, прочен, шумоизолирован, а также сохраняет тепло в помещениях;

– вагонка из лиственницы. Понятие «вагонка» появилось, когда производители вагонов применяли для обшивки доску с двусторонней выборкой. Вагонка из лиственницы применяется для отделки стен, как с внутренней стороны, так и с внешней. Данный пиломатериал помогает не только скрыть все изъяны стен, но и служит украшением для помещения. Так же вагонка из лиственницы применяется при отделке помещений с высокой влажностью, например, сауны, бани, ванные;

– террасная доска из лиственницы. Данная доска зарекомендовала себя как практичный и надежный материал для напольных покрытий на открытом воздухе. Она неподвластна гниению, воздействию насекомых и устойчива к механическим нагрузкам.

Выше описанные пиломатериалы изготавливают и используют по сей день. Так как, в данной работе выбор пал на древесину лиственницы, ниже будут представлены современные разновидности нового применения древесины лиственницы, а также, новая форма пиломатериала, изготавливаемая из данной породы хвойной древесины, которой можно в дальнейшем заняться.

Представим ниже разновидности современного применения лиственницы в строительстве:

– блок-хаус. Разновидность отделочной доски, представляющей собой оригинальную имитацию оцилиндрованного бревна. Часто используется при

оформлении загородных домов, помещений ресторанов и баров. Блок-хаус в отличие от оцилиндрованного бревна проходит операцию сушки, при эксплуатации не растрескивается и имеет идеальную поверхность, поэтому его часто используют для отделки помещений. Материал предназначен для отделки как наружных, так и внутренних стен зданий и помещений, а также потолков и балконов [8];

– мебель из лиственницы. Мебель из лиственницы на сегодняшний день, пользуется большой популярностью, благодаря своей практичности и прочности, красоте дизайна и высокой устойчивости к воздействию влаги. Мебельный щит из лиственницы представляет из себя доску или панель, в зависимости от предлагаемых производителем размеров, которая состоит из цельной ламели или бруса, склеенного в полосу. Конечно, цельный массив древесины предпочтительней, чем клееный, так как более прочный и имеет высокую стойкость к изгибу и нагрузкам по весу. Проблемы с качеством мебели из лиственницы чаще всего возникают по причине изначально не правильной распиловки доски. Опытные мастера советуют выбирать щиты, у которых с левой стороны ламели имеют радиальный распил, такая доска более прочная и долговечная. Цельная ламель – выполняется путем распила ствола без склеивания. Стоит на порядок дороже клееных аналогов. Чаще всего используется для столешниц и рабочих поверхностей, а также полок, которые предназначены выдерживать большие нагрузки. Склейка – вариантов множество (сращенные по длине волокна, однослойные, двусторонние, облицованные ценными породами древесины). По причине того, что процесс обработки хвойной породы вызывает нарекания в плане сложности, это наносит удар по стоимости изделий из лиственницы. Лиственница высыхает неравномерно, поэтому необходим грамотный подход ко всем манипуляциям над мебелью из этой древесины.

Данные пиломатериалы, представленные выше, на сегодняшний день уже изготавливаются и так как рынок пиломатериалов практически занят, основной задачей будет поиск нового применения древесины лиственницы в

строительстве, а точнее пиломатериала, изготавливаемого из лиственницы, которым в дальнейшем можно заниматься:

– текстурирование или браширование лиственницы. Браширование представляет собой механический приём, позволяющий наиболее выгодно выделить и подчеркнуть изначальную природную красоту древесного материала. В идеале, древесина должна быть не слишком плотной и равномерной. На спиле должны проглядываться годовые кольца, хаотичное расположение волокон и различные сучки. Браширование древесины может быть осуществлено двумя способами – с использованием химических средств и при использовании механических приспособлений. При химическом способе волокна удаляются с помощью обработки химическими составами, в основу которых входит аммиак и другие химические элементы. Нанесенный на поверхность раствор, размягчает древесину, тем самым способствуя облегчению процесса вычесывания из нее мягких волокон. В случае выбора механического способа обработки, волокна вычищаются с использованием дрели, имеющей ряд специальных щеток и насадок. При ручном осуществлении данного процесса, необходима щетка из металла с прочным металлическим ворсом. Данный процесс трудоемок. Для облегчения данного процесса, заготовку необходимо взбрызнуть чистой водой и вести щетку с небольшим нажимом в одном направлении строго по расположению волокон древесины. Данная процедура повторяется не один раз, пока не получится необходимая глубина фактуры. После завершения первого цикла работ, необходимо пройтись кисточкой с флейцем по всей поверхности древесины, чтобы удалить все частицы, оставшиеся в углублениях. Браширование так же, можно воспринимать как технику искусственного состаривания древесины. Данная технология включает в себя три основных этапа:

– на первом этапе удаляются наиболее мягкие волокна, для этой цели используются щетки, имеющие металлических ворс;

– следующим шагом будет процесс шлифовки с применением синтетического ворса, имеющего абразивное напыление;

– в заключении древесина проходит этап полировки, посредством использования волосяной щетки.

Процесс текстурирования достаточно сложен, как было представлено выше, для данного процесса используется дрель с различными насадками. В третьей главе будет представлен станок, который облегчит процесс текстурирования и поможет за один проход делать текстурированную доску.

2 Общая теория процесса резания древесины, описание, разновидности, характеристика пил и фрез

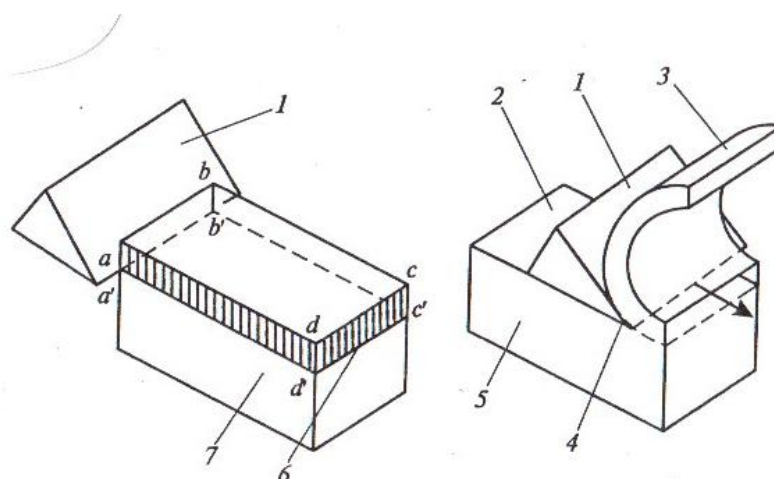
2.1 Процесс резания. Скорость резания и скорость подачи

Резание – технологический процесс разрушения связей между частицами материала обрабатываемой заготовки с помощью режущего инструмента, целью данного процесса является получение изделия требуемой формы, размеров и шероховатости поверхности.

Часть заготовки, на которую воздействует резец, называется поверхностью резания. Общий объем материала, удаляемого с поверхности резания, называется припуском, а часть материала, срезаемого за один проход режущего инструмента, – срезаемым слоем.

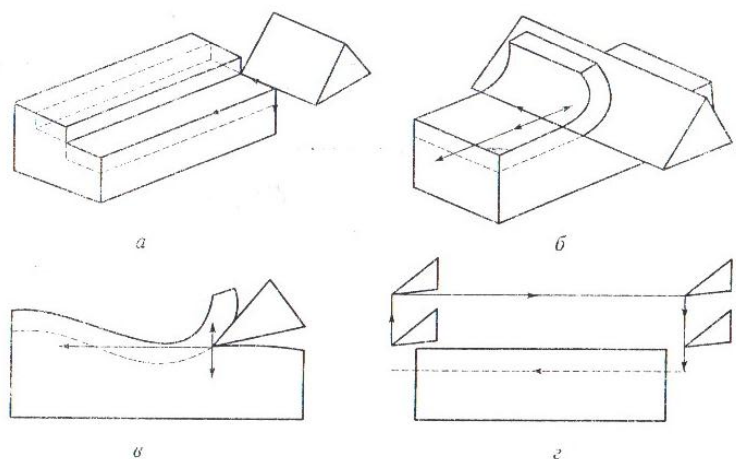
Схемы движений при резании изображены на рисунке 2.2. В простейшем случае припуск совпадает с срезанным слоем, а поверхность резания – с обработанной поверхностью, но на практике такое встречается редко и припуск срезается постепенно, послойно.

Таким образом, при резании совершается два движения, такие как, резания и подачи. Процесс резания представлен на рисунке 2.1.



1 – резец; 2 – поверхность резания; 3 – стружка; 4 – лезвие (режущая кромка); 5 – деталь; 6 – припуск; 7 – заготовка

Рисунок 2.1 – Процесс резания



а – движение подачи; б, в, г – соответственно дополнительного, профилирующего, холостого движений

Рисунок 2.2 – Схемы движений при резании

Движение резания – это абсолютное движение резца или заготовки, которое необходимо для срезания одной стружки. Движение резания является главным.

Движение подачи – движение резца для последовательного удаления ряда срезаемых слоев.

Движения резания и подачи в общем образуют ход резания. Ход резания может включать в себя вспомогательные движение, которые являются либо дополнительными, либо профилирующими.

Дополнительные движения не влияют на форму поверхности, но способствуют качеству ее обработки и зачастую имеют колебательный характер.

Профилирующие движения обеспечивают получение поверхности заданной конфигурации.

Движение резания является достаточно сложным, если главное движение совершается в совокупности с другими (подачи, дополнительным и профилирующим).

При повторении ходов резания возврат лезвия в исходное положение осуществляется за счет холостого хода.

Линия, по которой резец совершает движение, называется траекторией резания, а путь, пройденный по ней резцом за единицу времени – скоростью резания.

При поступательном движении резца, скорость резания определяется по формуле (2.1).

$$v = \frac{L}{T}, \quad (2.1)$$

где L – путь, который проходит резец при срезании стружки, м;

T – время, за которое резец проходит путь L , с.

Движение резца осуществляется по траектории подачи. Путь, пройденный по данной траектории подачи за единицу времени, называется скоростью подачи.

Движения резания и подачи могут осуществляться последовательно или одновременно, что характерно для существующих современных станков.

При обработке вращающимся режущим инструментом скорость подачи определяется по формуле (2.2).

$$v_s = \frac{S_z z n}{1000}, \quad (2.2)$$

где S_z – подача на резец, мм;

z – число резцов, участвующих в резании, шт;

n – частота вращения режущего инструмента, мин⁻¹.

По отношению направлений движения резца и волокон древесины, различают следующие главные виды резания материалов с параллельно-волокнистой структурой:

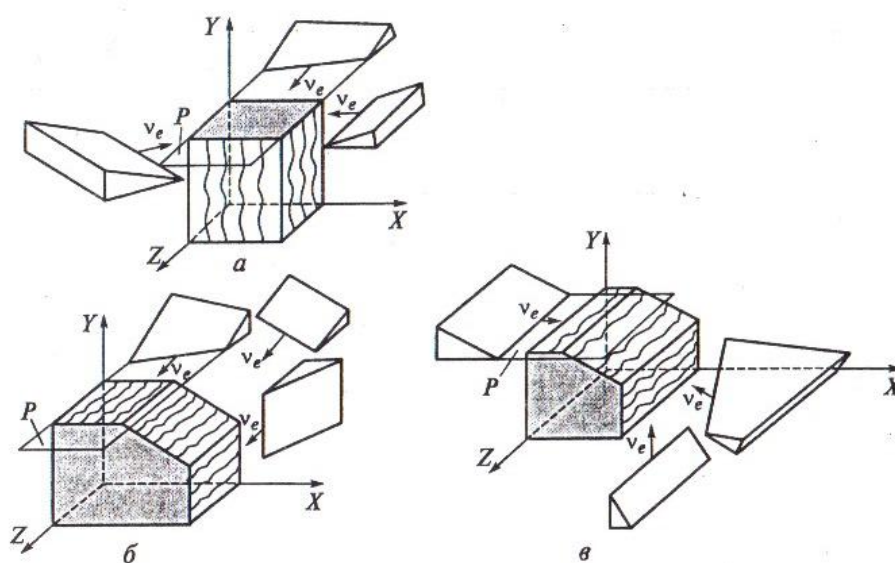
– торцовое, или резание в торец – плоскость и направление резания, перпендикулярны волокнам;

– продольное, или резание вдоль волокон – плоскость и направление резания, параллельны волокнам;

– поперечное, или резание поперек волокон – плоскость резания параллельна волокнам, а направление резания перпендикулярно им.

Возможны переходные виды резания материалов с параллельно-волокнистой структурой. Эти виды бывают продольно-торцевыми, продольно-поперечными и торцово-поперечными, при которых плоскость резания занимает промежуточные положения при двух главных видах.

Главные виды резания материалов с параллельно-волокнистой структурой представлены на рисунке 2.3.



а – торцового; б – продольного; в – поперечного

Рисунок 2.3 – Схемы главных видов резания материалов с параллельно-волокнистой структурой

Свойства материалов со слоистой структурой (ДСтП, ДВП, ДСП и фанера) проявляются в параллельном и перпендикулярном направлениях плоскостей слоев. Различают плоское, продольное, и поперечное виды резания.

Материалы со слоисто-волокнистой структурой (кольце-сосудистые лиственные породы, хвойные с выраженной ранней и поздней зонами) называются ортотропными, потому что проявляют свои свойства в трех направлениях:

- вдоль волокон;
- поперек волокон (в радиальном направлении);

– вдоль слоев (в тангенциальном направлении).

При обработке материалов выделяют шесть видов резания:

- торцово-тангенциальное;
- торцово-радиальное;
- поперечно-радиальное;
- продольно-радиальное;
- продольно-тангенциальное;
- поперечно-тангенциальное.

Геометрия резца и стружки. Углы резания.

Рабочая часть режущего инструмента – клиновидный резец, геометрия которого представляет собой совокупность характеристик формы и расположения в пространстве.

Основными элементами резца являются грани. Грани бывают:

- передняя ABCD (по которой сходит срезанная стружка);
- задняя ABNM (фаска);
- боковые ADM и BСN (ограничивающие длину резца).

Пересечение передней и задней граней образует основную режущую кромку АВ. Пересечение передней грани с боковыми образует боковые передние кромки AD и ВС, а задней грани с боковыми – боковые задние кромки AM и BN.

Те и другие являются вспомогательными. У всех резцов режущие кромки округлены, поэтому что бы определить величину затупления, используют радиус закругления.

Расположение поверхностей резца по отношению друг к другу, а также к плоскости резания характеризуется задним углом, углом заточки, передним углом и углом резания. Между угловыми параметрами существуют зависимости, которые выражаются формулами (2.3) и (2.4):

$$\alpha + \beta = \delta, \tag{2.3}$$

где α –задний угол, между задней гранью резца и плоскостью резания;

β – угол заточки, или заострения, между передней и задней гранями;

δ – угол резания, между передней гранью и плоскостью резания.

$$\delta + \gamma = 90^\circ, \quad (2.4)$$

где δ – то же, что и в формуле (2.3);

γ – передний угол, между передней гранью и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания.

При резании вращающимися резцами (круглые пилы) плоскость резания касательна к окружности резания.

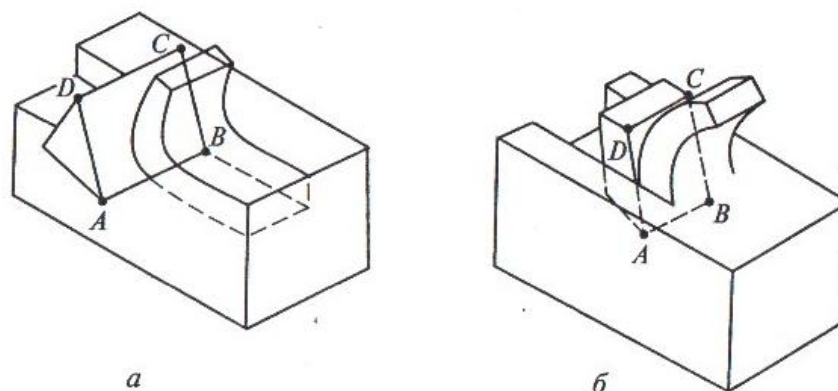
От правильного выбора углов резания, либо углов резца, зависят показатели процесса резания. Если задний угол α мал, то увеличивается трение резца по поверхности, что тем самым увеличивает силу резания и ухудшает качество обработки.

Передний угол γ определяет положение поверхности, по которой сходит стружка, и его малое значение приводит к деформации стружки. Однако при увеличении углов α и γ уменьшается угол β , что снижает прочность резца и приводит к выкрашиванию режущей кромки.

Если ширина заготовки больше ширины резца, то кроме основной кромки работают еще одна или обе боковые, которые тоже являются режущими. По числу режущих кромок, участвующих в процессе стружкообразования, различают следующие виды резания:

- открытое (работает основная режущая кромка);
- полузакрытое (работают основная и одна вспомогательная кромки);
- закрытое (работают все три кромки).

Описанные выше виды резания по числу взаимодействия лезвий с древесиной изображены на рисунке 2.4.



а – полуоткрытое; б – закрытое; АВ, ВС, AD – лезвия режущего инструмента

Рисунок 2.4 – Виды резания по числу взаимодействия лезвий с древесиной

Усилие, прилагаемое к резцу, для преодоления силы воздействия на него древесины, называют силой резания F , измеряемой в ньютонах.

Она является результирующей трех сил (касательной, боковой и нормальной).

Боковая сила определяется если лезвие резца перпендикулярно вектору скорости резания. Касательная сила всегда положительна.

Нормальная сила может быть отрицательно направлена в сторону стружки, или положительно направлена в сторону заготовки.

Различают резание древесины с образованием стружки и без нее.

Резание без стружки имеет малый ход резания, например, резание ножницами листовых материалов, которые при этом почти не деформируются.

Способы резания с образованием стружки (пиление, фрезерование, строгание, лущение, сверление, шлифование) наиболее распространены и характеризуются отделением от заготовки тонкого слоя материала.

Они различаются по технологическому назначению и виду режущего инструмента:

– пиление. Представляет собой деление древесины на части рамными, ленточными и круглыми пилами с превращением в стружку некоторого объема древесины;

– фрезерование. Чистовая обработка плоских и профильных поверхностей вращающимися фрезами или плоскими ножами, укрепленными в ножевых головках или валах;

– строгание. Обработка поверхностей прямолинейным резанием ножа, с целью удаления неровностей после пиления или фрезерования, а также получения строганного шпона;

– лущение. Процесс получения шпона при вращении заготовки и прямолинейной подаче режущего ножа;

– сверление. Процесс получения круглых отверстий при помощи сверла;

– шлифование. Чистовая обработка поверхности абразивными инструментами (шлифовальными шкурками, кругами и пастами).

Классификация деревообрабатывающего инструмента, материалы для его изготовления, износ и стойкость будут описаны ниже.

Процессы резания древесины в лесопилении и деревообработке осуществляются при помощи инструмента, среди которого выделяют:

– пилы (рамные, ленточные, круглые);

– ножи (фрезерные, лущильные, шпонострогальные, гладильные, циклевальные, рубильные, стружечные);

– фрезы;

– сверла;

– долота;

– токарные резцы;

– шлифовальный инструмент.

К основным техническим характеристикам деревообрабатывающего инструмента относят:

– размеры (обуславливают технологические параметры обработки);

– геометрия режущих инструментов (определяет качество обработки и энергетические характеристики резания);

– материал и термообработка (влияет на износостойкость инструментов);

– точность и качество изготовления.

Любой процесс резания представляет собой сложное механическое и химическое воздействие древесины на инструмент.

Материалы, из которых его изготавливают, должны обладать следующими свойствами:

- прочность (обеспечивающая срезание толстых слоев древесины);
- усталостная прочность (характеризующая способность сопротивляться циклическим нагрузкам при контакте с древесиной);
- пластичность (позволяющая проводить операции по подготовке инструмента);
- твердость (определяющая стойкость металла к истиранию);
- теплостойкость (сохраняющая механические свойства при нагреве на больших скоростях резания);
- устойчивость к коррозии (возможность резания сырой древесины).

Выбор материала, который обладает всеми данными свойствами, является сложной и ответственной задачей.

Для изготовления современного дереворежущего инструмента используются углеродистые, легированные и быстрорежущие стали.

Сталь представляет собой сплав железа с углеродом.

Количество углерода определяет ее прочность и способность сопротивляться ударной нагрузке.

Высококачественная углеродистая сталь содержит 0,9–1,3 % углерода. Легированные стали, кроме железа и углерода, включают в свой состав добавки, в виде хрома, вольфрама, никеля, ванадия, молибдена, кобальта, титана и марганца.

Присутствие в заданном количестве той или иной добавки, определяет свойства материала.

Эти стали более износостойкие, нежели углеродистые, обладают меньшими чувствительностью к перегреву и деформируемостью.

Быстрорежущие стали содержат большее количество легирующих добавок, среди которых основной добавкой является вольфрам (10–25 %),

обеспечивающий сохранение твердости и режущей способности инструмента при его нагреве до 500–550 °С.

Из быстрорежущей стали изготавливают только режущий элемент инструмента в виде наварной пластинки или вставного зуба.

Сам корпус изготавливают из конструкционной стали или специальных сплавов.

Химический состав инструментальных сталей и изготавливаемых из них инструмент представлен в таблице 2.1, в которой представлены наименования сталей, их марка и химический состав.

В данной таблице представлены основные химические составы стали, это такие как углерод, марганец, кремний, хром, вольфрам, ванадий и молибден.

Также представлены инструменты, изготавливаемые, из химических составов стали.

В процессе резания древесины, режущий инструмент способен терять свои первоначальные характеристики.

Также способен терять свою форму, режущей части, остроту заточки, а также прочность и устойчивость к нагрузкам во время работы.

Контакт самого резца с древесиной приводит к износу его самой активной части, где действуют наибольшие касательные нагрузки.

Износ инструмента характеризуется уменьшением его массы.

Также размеров, увеличением шероховатости рабочей поверхности и изменением ее контуров, то есть затуплением.

Величину затупления можно определить радиусом закругления и длиной фаски по задней поверхности.

Значение радиуса закругления, составляющее более 10 мкм (0,01 мм), свидетельствует о затуплении инструмента.

Предельный радиус для затупления зубьев пил составляет 0,05–0,06 мм, для фрез – 0,02–0,03 мм.

Таблица 2.1 – Химический состав инструментальных сталей и изготавливаемый из них инструмент

Сталь	Марка стали	Химический состав стали (средний), %							Инструмент
		Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Молибден	
Углеродистая инструментальная	У8А	0,8	0,25	0,25	0,15	–	–	–	Ножи рубительных машин, ручной инструмент, рамные пилы
Улучшенная (высокой твердости)	У10А	1,0	0,30	0,25	0,15	–	–	–	Ленточные пилы, ручной инструмент
Хромованадиевая высокой твердости	9ХФ	0,9	0,5	0,25	0,5	–	0,25	–	Ножи строжечных станков, ленточные, круглые и рамные пилы, насадные фрезы
То же	9ХФМ	0,9	0,5	0,25	0,5	–	0,25	0,2	То же

Продолжение таблицы 2.1

Сталь	Марк а стали	Химический состав стали (средний), %							Инструм ент
		Угле род	Марг анец	Крем ний	Хр ом	Вольф рам	Вана дий	Моли бден	
Хромокремнистая высокой твердости	9ХС	0,9	0,45	1,45	1,1	—	—	—	Сверла
Хромистовольфрам ованадиевая полу- теплостойкая	Х6В Ф	1,1	0,3	0,25	6	1,3	0,5	—	Ножи стружеч ных станков, сборных фрез, сверла и концевы е фрезы
То же	9Х5В Ф	0,9	0,3	0,25	5	1,0	0,25	—	Ножи сборных фрез, фрезы насадны е
То же	8Х4В 4Ф1	0,8	0,3	0,25	4,5	4,5	1,0	—	Концев ые фрезы, ножи сборных фрез, фрезы насадны е
Вольфрамомолибде новая, теплостойкая	Р6М5	0,85	—	—	4,0	6,0	2,0	5,0	Сверла, фрезы насадны е

Окончание таблицы 2.1

Сталь	Марка стали	Химический состав стали (средний), %							Инструмент
		Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Вольфрам	Ванадий	Молибден	
Вольфрамовая теплостойкая (быстрорежущая)	P9	0,9	—	—	4,0	9,0	2,3	1,0	Ножи сборных фрез, сверла, токарные резцы, фрезы
Безвольфрамовая быстрорежущая	8МЗФ ЗС	0,85	—	0,85	5,0	—	2,8	3,2	Ножи сборных фрез, фрезы профильные

Из приведенной выше таблицы, можно сделать вывод о том, что изготовление режущего инструмента включает в себя термическую обработку, правильность проведения которой выявляет все положительные стороны легированной или быстрорежущей стали.

Маркируются легированные стали по буквенно-цифровой системе, в которой первое число обозначает содержание углерода в десятых или сотых долях процента. При содержании углерода более 1 % цифра не указывается. За цифрами следуют буквы, которые соответствуют первой букве названия легирующей добавки:

- В – вольфрам;
- Г – марганец;
- К – кобальт;
- Н – никель;
- М – молибден;

- С – кремний;
- Т – титан;
- Ф – ванадий;
- Х – хром.

Далее указывается ее среднее процентное содержание, если легирующей добавки менее 1 %, то цифры не ставятся. В отдельные группы выделены высоколегированные стали, каждой из которых присвоена буква, которая характеризует ее назначение:

- Ж – нержавеющая;
- Р – быстрорежущая;
- Э – электротехническая;
- Е – магнитная.

Например, маркировка 8Х4В4Ф1 обозначает, что сталь содержит 0,8 % углерода, 4 % хрома, 4 % вольфрама, 1 % ванадия.

2.2 Характеристика, параметры и разновидности пил

Рамные пилы являются режущим инструментом лесопильной рамы. Рамная пила представляет собой полосу, достаточно тонкую, на рабочей кромке которой нарезаны зубья.

Такими пилами осуществляется продольная распиловка бревен и брусьев на доски, закрепив их комплектом по несколько штук в пильной рамке, совершающей возвратно-поступательное движение.

В зависимости от конструктивных и технологических особенностей оборудования, различают пилы для вертикальных рам, и горизонтальных лесопильных рам, а также для тарных рам. На рисунке 2.5 представлены типы рамных пил.

Пилы для вертикальных лесопильных рам ГОСТ 5524 – 75 «Пилы для вертикальных лесопильных рам», используются для продольной распиловки бревен и брусьев. Они бывают двух типов:

- с планками (для рам с нормализованными пильными рамками и захватами);

- без планок (для рам с ненормализованными пильными рамками, к которым на предприятии посредством клепки крепятся планки и захваты).

Пилы для тарных рам ГОСТ 10482–74 «Пилы для тарных лесопильных рам», предназначены для продольной распиловки тонкомерных бревен и брусьев высотой до 220 мм.

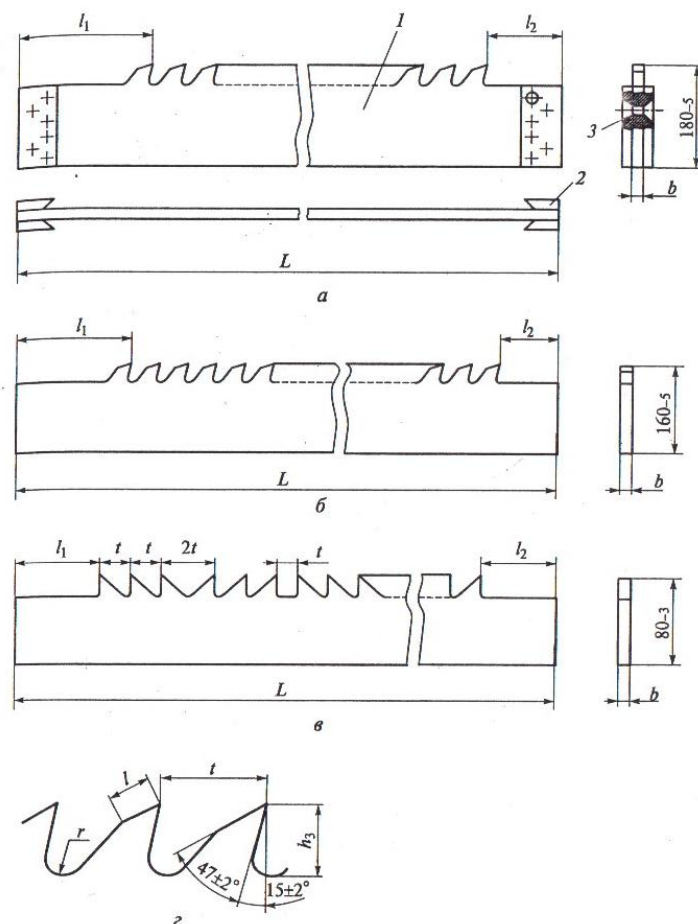
Они изготавливаются без планок или захватов. Выбор длины пилы зависит от двух показателей, это хода пильной рамки и максимального диаметра распиливаемого бревна, с учетом припуска на крепление, которое составляет 300–350 мм.

Полотна пил изготавливаются из стали марки 9ХФ по ГОСТ 5950–2000 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия», твердость которых по всей длине должна составлять HRC42-46, а планки для них из листовой углеродистой стали марок У7, У8 по ГОСТ 1435–99 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия».

Также марок сталей 45 и 50 по ГОСТ 1050–88 «Прокат сортовой калиброванный со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия» с твердостью HB 179-241.

Оптимальные параметры зубьев зависят от условий распиловки и оказывают значительное влияние на величину возможной посылки, а именно на производительность пиления и качество распиловки.

Важная характеристика профиля зубьев – площадка впадины зуба. Так как пиление – закрытый вид резания, срезанная стружка должна иметь возможность размещаться во впадине зуба.



а – для вертикальных лесопильных рам; б – для вертикальных лесопильных рам и тарных лесопильных рам; в – для горизонтальных лесопильных рам; г – профиль зубьев пил для вертикальных и тарных рам; 1 – пилы; 2 – планка; 3 – заклепка; L – длина, мм; b – толщина, мм; t – шаг зубьев, мм; l_1, l_2 – части полотна без зубьев; r – радиус закругления впадины, мм; l – размер профиля зуба, мм; h_3 – высота зуба, мм

Рисунок 2.5 – Типы рамных пил

Все рамные пилы состоят из полотна, или корпуса и зубчатого венца – режущей части.

Полотно характеризуется длиной, шириной и толщиной, все это подробно будет описано в таблице ниже.

Зубчатый венец характеризуется шагом t (основной параметр), высотой зуба h, радиусом закругления впадины r и длиной задней грани l.

Все параметры пил измеряются в миллиметрах. В таблице 2.2 описаны параметры пил для лесопильных рам.

Таблица 2.2 – Параметры пил для лесопильных рам, мм

Пила	Длина L	Ширина В	Толщина b	Части полотна без зубьев	
				l ₁	l ₂
Вертикальная: тип 1	1250, 1400, 1500, 1600, 1750, 1950	180	2,0; 2,2; 2,5	120-150	80-100
Вертикальная: тип 2	1100, 1250	160	1,6; 1,8; 2,0; 2,2	120-150	100-130
Тарная	600, 685	80	1,0; 1,2; 1,4	50-70	40-60
Горизонтальная	2300	160	2,0	72	72

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что длина для вертикальной пилы типа 1, колеблется от 1250 до 1950 мм, в отличие от тарных, горизонтальных и вертикальных типа 2 пил. Тарная пила обладает самой короткой длиной, в зависимости от других пил. Горизонтальная пила является самой длинной.

Качественная работа рамной пилы во многом зависит от подготовки ее полотна и зубьев. Подготовка полотна заключается в проверке плоскостности, правке дефектов формы, контроле напряженного состояния и в заключительном контроле плоскостности и напряженного состояния. Подготовка зубьев заключается в их насечке, разводе или плющении, а также в заточке и фуговке.

Ленточные пилы представляют из себя инструмент, в виде бесконечной стальной ленты, на одной из кромок которой нарезаны зубья. Они используются для продольной и поперечной распиловки бревен и пиломатериалов, а также для криволинейного раскроя древесины, либо древесных материалов. Их основным достоинством является малая толщина

ленты, а исходя из этого, значит и пропила, что позволяет сократить расход древесины. При работе станка пилы совершают вращательное движение.

Ленточные пилы изготавливают в соответствии с ГОСТ 6532 – 77 «Пилы ленточные для распиловки древесины. Технические условия». В зависимости от назначения они подразделяются на узкие (толщиной 0,6-0,9 мм) для распиловки древесины на столярных и делительных станках, широкие (толщиной 1-1,4 мм) с зубьями нормального профиля или с удлиненной впадиной, а также толщиной 1,4-2 мм для распиловки бревен и брусьев.

Ленточные пилы обычно изготавливаются из холоднокатаной инструментальной стали марки 9ХФ по ГОСТ 5950 – 2000 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали. Общие технические условия». Для узких полотен редко используют сталь У10А по ГОСТ 1435 – 99 «Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия». Твердость узких и широких ленточных пил с зубьями стандартного, нормального профиля, должна составлять HRC 39-43, для распиловки бревен и брусьев должна составлять HRC 41-45.

Ленточные пилы, точно также, как и рамные, характеризуются длиной L , шириной B и толщиной b , измеряемые в миллиметрах. Зубчатый венец характеризуется шагом, высотой зуба и радиусом закругления впадины, измеряемыми в миллиметрах.

В рабочем состоянии полотно натянуто на пильных шкивах, один из которых является приводным, а другой натяжным. Между шкивами, сама пила совершает движение с определенной скоростью. Процесс пиления осуществляется на прямолинейном участке данной траектории, которая находится между шкивами. Длина пилы зависит от диаметра пильных шкивов и максимального расстояния между осями. В зависимости от расположения шкивов в пространстве и натяжения ленты, подразделяют на вертикальные и горизонтальные ленточнопильные станки.

Пилы на предприятие поступают в рулонах, на которые наносится клеймо завода-изготовителя и ГОСТ, также к ним прикладывается протокол испытания пил на прочность при работе.

Подготовка ленточных пил включает в себя соединение их концов сваркой или пайкой, контроль напряженного состояния полотна, правку дефектов его формы, вальцевание, заключительный контроль напряженного состояния полотна пилы. Соединение концов ленты, осуществляется стыковой сваркой, при помощи сварочных агрегатов. Перед сваркой пилы очищают от смазки, пыли, грязи и ожогов. Сварочный шов зачищают с двух сторон напильником, либо при помощи шлифовального агрегата. Окончательную зачистку производят мелкозернистой шкуркой. Напряжения, которые возникают полотне, в результате сварки, снимают вальцеванием.

Вальцевание ленточных пил осуществляют аналогично вальцеванию рамных пил. Ему подвергаются полотна шириной не более 60 мм, в случае возникновения стрелы прогиба. После устранения всех дефектов производят заключительный контроль напряженного состояния, измеряя стрелу прогиба на каждом метре длины пилы в продольном, а также поперечном направлениях.

Ремонт ленточных полотен включает в себя устранение и вырезку трещин, а также дефектных мест, и вставку новых отрезков на данные участки размером не менее 500 мм.

Подготовка зубьев ленточных пил аналогична подготовке рамных пил. Зубья узких пил подвергают разводу на каждую сторону, на половину толщины полотна. Зубья остальных пил уширяют на каждую сторону до 0,7 толщины полотна с одновременным плющением, стараясь при этом избежать появления трещин и выкрашивания.

При установке пилы в станок необходимо обеспечить ей требуемое натяжение, а значит и жесткость, которые достигаются за счет правильного положения обоих шкивов друг относительно друга их наклона. После включения станка на короткое время с целью проверки и стабилизации движения со стороны обеих шкивов крепят по паре направляющих для

предотвращения изгиба полотна во время работы. Затем устанавливают устройства для очистки шкивов от опилок и засмаливания. При нахождении станка в нерабочем состоянии более одного часа, взаимное положение шкивов меняют, при этом изменяя натяжение пилы и уменьшая тем самым дополнительные напряжения в полотне.

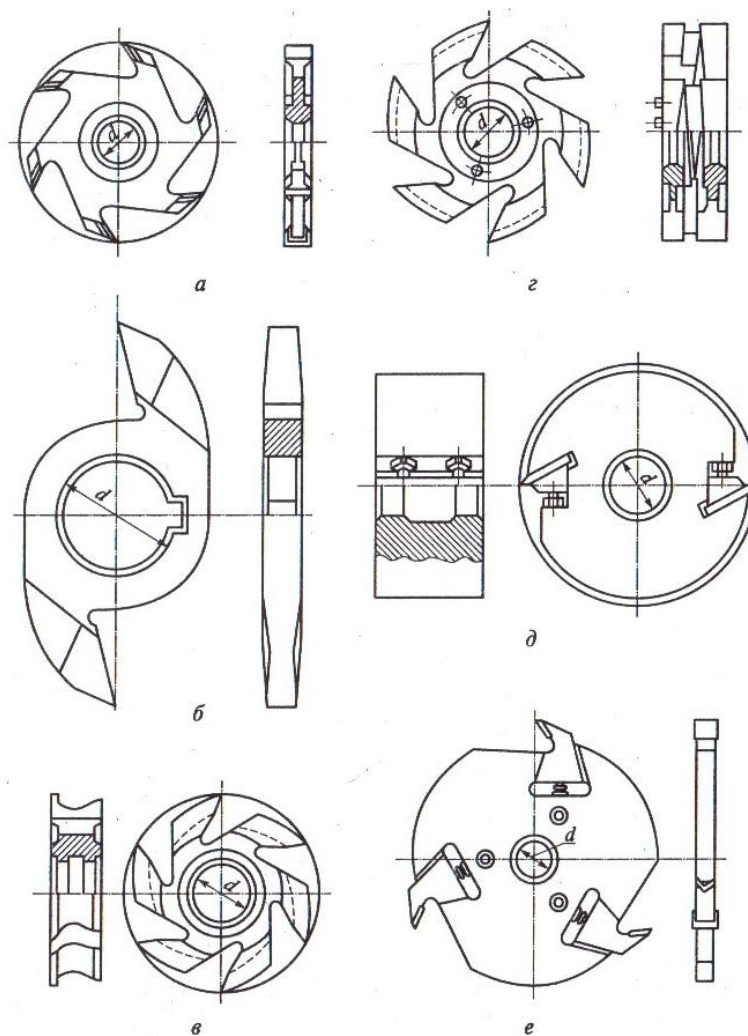
2.3 Описание, разновидности и подготовка фрез к работе

Фрезы представляют собой инструмент, у которого режущие элементы, то есть зубья, сформированы на корпусе.

По виду установки в станок различают насадные фрезы, которые крепятся на вал, и концевые фрезы, которые имеют хвостовик для крепления в отверстии шпинделя.

По конструктивным особенностям фрезы можно подразделять на цельные, составные и сборные. Цельные фрезы изготавливают из единого куска легированной стали, что обеспечивает им высокую точность, устойчивость при работе и возможность их эксплуатации при высоких скоростях вращения. Такие фрезы могут быть затылованными (с кривой задней гранью) и незатылованными (с прямой задней гранью), которые используют для массовой обработки нормализованных профилей. Затылованные фрезы обеспечивают неизменность профиля и углов резания при уменьшении диаметра в результате заточек.

Составные фрезы состоят из двух и более целых фрез. Они в основном используются для обработки сложных двусторонних профилей. На рисунке 2.6 изображены насадные фрезы.



а – цельная пазовая дисковая незатылованная с твердосплавными пластинами; б – прорезная для обработки зубчатых клиновых шипов; в – профильная затылованная для обработки погонажных изделий; г – составная затылованная для обработки прямоугольного гребня; д – сборная цилиндрическая с непосредственной посадкой на шпиндель; е – сборная для обработки проушин с резцами, оснащенными пластинами из быстрорежущей стали

Рисунок 2.6 – Фрезы насадные

Сборные фрезы аналогичны ножевым головкам и состоят из корпуса, изготовленного из конструкционной стали, в который вставляются сменные ножи из легированной стали высокого качества. Основным преимуществом таких фрез является экономия дорогостоящих материалов.

По ориентации режущих кромок относительно поверхности резания подразделяют цилиндрические, торцовые, конические, торцово-конические и профильные фрезы.

Основными параметрами насадных фрез являются диаметр посадочного отверстия, который измеряется в миллиметрах, число зубьев, а также угловые параметры резания, которые назначаются исходя из его направления и свойств обрабатываемого материала. При работе станка, фрезы совершают одновременно вращательное и прямолинейное движение.

По виду обработки насадные фрезы бывают общего и специального назначения. Специальные фрезы используются для производства оконных блоков и дверей на механизированных и автоматизированных участках.

Насадные цельные и составные фрезы изготавливают из стали марки Х6ВФ или 9Х5ВФ твердостью HRC56-60. Задние затылованные участки при этом должны быть шлифованными. Для корпусов сборных фрез, а также для деталей крепления и регулировки ножей используют стали марки 40Х и 45Х. Ножи изготавливают из стали марки Х6ВФ твердостью 56-60.

Концевые фрезы используются для фрезерно-копировальных работ, а также для операций пазования. Наличие хвостовика позволяет закреплять инструмент в патроне или шпинделе станка. По числу резцов концевые фрезы бывают однозубые и двузубые, по оформлению задней поверхности режущего элемента – затылованные и незатылованные, по виду материала – стальные и твердосплавные, по цельности – цельные и с напайным хвостовиком.

Подготовка насадных фрез к работе включает в себя балансировку, заточку зубьев и их доводку, а также контроль инструмента после заточки.

Балансировка фрез является необходимой процедурой, так как при работе станка его шпиндели имеют очень высокую скорость вращения и наличие смещенного центра тяжести режущего инструмента будет вызывать шум, быстрый износ подшипниковых опор вала и снижение качества обработки поверхности детали.

Балансировка может быть статической и динамической. Статическую балансировку осуществляют на специальном приспособлении, по направляющим которого фрезу заставляют катиться. Остановка ее в одном и том же положении свидетельствует о смещении центра тяжести. Устранение

неуравновешенности осуществляют стачиванием металла в тяжелой части фрезы или высверливанием в ней отверстия.

Динамическую балансировку осуществляют на специализированных станках, в которых за счет электрического привода фреза вращается на специальной оправке.

Заточка зубьев фрез проводится с целью восстановления геометрических параметров их режущей части без изменения профиля. Качество заточки определяется выбором ее режимов, видом заточного устройства и установки фрезы в нем. Концевые фрезы при заточке закрепляют в специальном патроне, меняя положение режущей кромки относительно заточного круга. Ножи сборных фрез затачивают на ножеточильных станках отдельно или в собранном виде.

Доводка фрез способствует удалению заусенцев на поверхности инструмента. Для доводки фрез используют оселок или простой напильник, а также специальные мелкозернистые шлифовальные круги. Для твердосплавных фрез применяют круги на алмазной основе. Доводку ножей сборных фрез в собранном виде производят методом динамической фуговки, что способствует повышению стойкости инструмента.

Контроль инструмента после заточки необходимо проводить, потому что операция заточки значительно изменяет параметры фрезы. Контроль инструмента включает в себя проверку линейных параметров, профиля и угловых параметров, а также степени шероховатости.

Посадочный диаметр насадных фрез и наружный диаметр концевых фрез измеряют штангенциркулем. Биение оценивают с помощью индикатора, для чего конические фрезы закрепляют в специальном патроне.

Профиль фрезы контролируют по шаблону, который располагается перпендикулярно ее оси.

Если ножи сборных фрез затачивались отдельно от корпуса, то перед установкой в станке их необходимо наладить. Наладка заключается в выверке и закреплении режущих элементов в корпусе. Наиболее распространены

круглыеножевые головки с центробежно-клиновым креплением ножей, которое осуществляют распорным болтом, ввернутым в прижимной клин. При вращении инструмента нож автоматически крепится клином. Клин также предотвращает образование сколов в зоне сучков и свилеватости в процессе обработки. Правильность установки фрезерных ножей на валу фуговальных и рейсмусовых станков определяется с помощью индикатора.

Установка фрезы в станке зависит от ее вида. Насадные фрезы крепятся непосредственно на валу станка зажимной гайкой или при помощи переходной втулки, если посадочный диаметр инструмента значительно больше диаметра шпинделя. Концевые фрезы устанавливаются в патроне. При этом шпиндели и патроны должны быть очищены от пыли и грязи. Перед установкой инструмент проходит испытание на прочность, для этого его вращают в течение 5 мин с частотой, превосходящей в 1,5 раза допустимую.

2.4 Описание щеток для брашировки, подбор щеток

Любое дерево для браширования должно быть качественно отстрогано и избавлено от любого рода дефектов и пороков, браширование их не устраним. Влажность древесины в идеале должна быть 10–12 %, но в любом случае не более 15 %, иначе волокна будут рваться и обильно образовывать мелкий ворс.

Основная работа при брашировании выполняется щётками – крацовками. Это грубые металлические щётки дискового типа с ворсом из латуни или стали. Желательно, чтобы щётка имела широкую торцевую часть и по форме была близка к валику – так обработка будет более равномерной. Толщина проволоки зависит от типа дерева, ворс должен быть в 7–10 раз тоньше мягких прожилок, при этом прямые проволочки предпочтительнее «кудрявых».

Крацовки выбирают основную массу волокон, но поверхность при этом остаётся слишком шероховатой и ворсистой. Качество обработки можно улучшить с помощью синтетических нейлоновых щёток, в которых в толщ

пластика вплавлена абразивная пудра разной фракции. Такая шлифовка помогает устранить большинство мелких задиров и ворс, которые мешают покраске, без них поверхность выглядит чище и приятнее.

Третьего этапа обработки обычно избегают, но если вам нужно премиальное качество поверхности, то брашированную древесину придётся полировать. Из-за наличия пор это непросто сделать, необходимо использовать щётки с жёстким натуральным ворсом, например, сизалевые или из грубой шерсти.

Хорошее качество обработки достигается, как правило, при использовании электроинструмента. Дрель будет предпочтительнее угловой шлифмашинки, работая ею, проще контролировать направление обдирки и обороты.

3 Экономическое обоснование метода обработки древесины

3.1 Специализированный режущий инструмент для целей обработки древесины

В данной главе будут описаны два специализированных станка, которые находятся в Красноярском региональном инструментальном центре научно-внедренческой фирме «Технология» и будет рассчитан экономический эффект от внедрения данных станков.

Четырехсторонний строгальный (продольно-фрезерный) станок предназначен для плоской и профильной обработки пиломатериалов с 4-х сторон за один проход.

С целью получения половой доски, вагонки, наличников, брусков, плинтуса, и другого фасонного погонажа. Ниже на рисунке 3.1 представлен четырехсторонний строгальный (продольно-фрезерный) станок.



Рисунок 3.1 – Четырехсторонний строгальный станок

Представленный выше станок является базовым, стоимость данного станка составляет 84 тыс. евро. Данный станок был усовершенствован, путем замены стального корпуса, на алюминиевый. Благодаря данной технологии отсутствует неоднородность в сплаве.

Сам станок стал легче, вибрация уменьшилась, что обеспечило низкий уровень шума. 9 класс шероховатости с алюминиевым корпусом. Крепеж с рифлями, нет раковин в алюминиевом корпусе. Ресурс подшипников увеличивается, за счет центробежных сил.

Технические характеристики:

- рабочая ширина 20–230 мм;
- рабочая высота 8–140 мм;
- длина стола 2000 мм;
- подача 4 кВт;
- количество шпинделей шт. 5;
- диаметр шпинделей 40 мм;
- скорость вращения шпинделей 6000 об/мин;
- пазовый стол после 1-го шпинделя.

Расположение шпинделей – нижний (с пазовой фрезой), правый, левый, верхний, нижний.

Скорость подачи 6–36 м/мин, диаметр подающих валец 140 мм, ширина подающих валец 2 x 50 мм, вакуумный насос для смазки стола подачи.

Измеритель толщины на заходе заготовки, направляющая линейка, прижимные ролики сверху, прижимной башмак перед верхним шпинделем, электрическая регулировка высоты верхнего шпинделя и подачи, централизованная смазка всех агрегатов на передней части станка, защитная кабина.

Размеры: 5000 x 1800 x 1700 мм, вес 4100 кг.

Ниже на рисунке 3.2 представлен брашировальный станок фирмы Braun.

Данный станок позволяет выполнять текстурирование древесины различных пород, лиственницы в том числе. Брашировальный станок был

модернизирован, путем установки на выходе дополнительной щетки, что позволяет за один проход выполнить текстурирование древесины. Данный инструмент является опытно-промышленным и увеличивает производительность в 20 раз.



Рисунок 3.2 – Брашировальный станок

Выше представленный станок является опытно-промышленным и стоимость данного станка составляет 46 тыс. евро.

3.2 Экономическая эффективность от внедрения дереворежущего инструмента

Экономический эффект от внедрения дереворежущего инструмента может быть получен за счет повышения стойкости и производительности

(режимов резания), вовлечения в производство отходов, которые ранее не использовались, экономии древесных материалов, снижения брака, сокращения эксплуатационных затрат и т. д.

Таблица 3.1 – Показатели экономического эффекта

Показатели	Четырехсторонний станок		Брашировальный станок	
	Базовый	Новый	Базовый	Новый
Цена (Ц)	5 133 240	5 145 462	2 811 060	3 055 500
Коэффициент эквивалентности (а)	1,7	1,7	1,22	1,22
Эксплуатационные затраты (И)	1 649	1 747	45 530	47 840
Годовой объем внедрения (А)	1	1	1	1
Нормативный коэффициент (Е)	0,15	0,15	0,15	0,15
Капитальные затраты (К)	6 000	6 000	5 000	5 000

В большинстве случаев годовой экономический эффект (руб.) определяется по формуле (3.1):

$$\mathcal{E} = [(C_6 a - C_n) + (I_6 a - I_n)] A - EK, \quad (3.1)$$

где C_6 и C_n – цена соответственно базового и нового инструмента, руб.;

a – коэффициент эквивалентности базового и нового инструмента;

I_6 и I_n – эксплуатационные затраты при использовании соответственно базового и нового инструмента, руб.;

A – годовой объем внедрения нового инструмента, шт.;

E – нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат (0,15);

К – капитальные затраты на внедрение, руб.

Для четырехстороннего станка:

$$\Xi = [(5\,133\,240 * 1,7 - 5\,145\,462) + (1\,649,6 * 1,7 - 1\,747,2)] * 1 - 0,15 * 6\,000$$

$$\Xi = 3\,581\,203 \text{ руб.}$$

Для брашировального станка:

$$\Xi = [(2\,811\,060 * 1,22 - 3\,055\,500) + (45\,530 * 1,22 - 47\,840)] * 6 - 0,15 * 5000$$

$$\Xi = 2\,289\,448 \text{ руб.}$$

Коэффициент эквивалентности нового инструмента по отношению к базовому может быть определен по стойкости, техническому ресурсу, производительности (режимам резания) и т.д.

Таблица 3.2 – Показатели коэффициента эквивалентности инструмента

Показатели	Четырехсторонний станок		Брашировальный станок	
	Базовый	Новый	Базовый	Новый
Стойкость (Т)	2,8	3,2	11	12
Число переточек (К _п)	2	2	6	6
Режимы резания (U)	74	110	38	42

В общем виде он может быть представлен как формула (3.2):

$$a = \frac{T_n}{T_6} * \frac{(K_{п.н}+1)}{(K_{п.6}+1)} * \frac{U_n}{U_6}, \quad (3.2)$$

где T_6 и T_n – стойкость соответственно базового и нового инструмента, мин;

$K_{п.н}$ и $K_{п.6}$ – число переточек соответственно базового и нового инструмента;

U_n и U_6 – режимы резания соответственно базовым и новым инструментом.

Для четырехстороннего станка:

$$a = 3,2/2,8 * (2 + 1)/(2 + 1) * 110/74$$

$$a = 1,7$$

Для брашировального станка:

$$a = 12/11 * (6 + 1)/(6 + 1) * 42/38$$

$$a = 1,22$$

Эксплуатационные затраты (руб.) при использовании базового и нового инструмента.

Таблица 3.3 – Показатели эксплуатационных затрат

Показатели	Четырехсторонний станок		Брашировальный станок	
	Базовый	Новый	Базовый	Новый
Стоимость станко-минут работы станка ($S_{см}$)	84	72	90	110
Стоимость переточки ($S_{п}$)	184	240	250	250
Стоимость установки ($S_{у}$)	64	64	4 500	4 500
Стоимость наладки ($S_{н}$)	128	128	800	800
Стойкость (Т)	2,8	3,2	11	12
Число переточки ($K_{п}$)	2	2	6	6

Рассчитываются эксплуатационные затраты по формулам (3.3) и (3.4):

$$И_{б} = S_{см. б} T_{б} (K_{п. б} + 1) + S_{п. б} K_{п. б} + S_{у. б} * (K_{п. б} + 1) + S_{н. б} (K_{п. б} + 1); \quad (3.3)$$

$$И_{н} = S_{см. н} T_{н} (K_{п. н} + 1) + S_{п. н} K_{п. н} + S_{у. н} * (K_{п. н} + 1) + S_{н. н} (K_{п. н} + 1), \quad (3.4)$$

где $S_{см}$ – стоимость станко-мин работы оборудования, руб.;

$S_{п}$ – стоимость переточки, руб.;

$S_{у}$ – стоимость установки, руб.;

S_n – стоимость наладки, руб.

Для четырехстороннего станка:

$$I_6 = 84 * 2,8 * (2 + 1) + 184 * 2 + 64 * (2 + 1) + 128 * (2 + 1)$$

$$I_6 = 1\,649 \text{ руб.}$$

$$I_n = 72 * 3,2 * (2 + 1) + 240 * 2 + 64 * (2 + 1) + 128 * (2 + 1)$$

$$I_n = 1\,747 \text{ руб.}$$

Для брашировального станка:

$$I_6 = 90 * 11 * (6 + 1) + 250 * 6 + 4\,500 * (6 + 1) + 800 * (6 + 1)$$

$$I_6 = 45\,530 \text{ руб.}$$

$$I_n = 110 * 12 * (6 + 1) + 250 * 6 + 4\,500 * (6 + 1) + 800 * (6 + 1)$$

$$I_n = 47\,840 \text{ руб.}$$

Если какая-либо составляющая эксплуатационных затрат одинакова при использовании базового и нового инструмента, то ее не учитывают.

При вовлечении в производство отходов, которые ранее не использовались, экономический эффект (руб.) может быть определен по формуле (3.5):

$$\mathcal{E} = C_{\Pi} - \mathcal{Z}_{\text{вн}} - \text{ЕК}, \quad (3.5)$$

где C_{Π} – стоимость продукции, получаемой после внедрения за вычетом стоимости отходов, руб.;

$\mathcal{Z}_{\text{вн}}$ – текущие затраты после внедрения, руб., включающие основную и дополнительную зарплату производственных рабочих, амортизационные отчисления, стоимость вспомогательных материалов, текущий ремонт и содержание оборудования, стоимость электроэнергии, затраты на инструмент.

Для расчета объема производства и реализации продукции, при котором расходы будут компенсированы доходами, ниже будет рассчитана точка безубыточности. Достижение этой точки означает, что предприятие не работает в убыток, но еще и не получает прибыли [14]. Результат деятельности равен

нулю. С каждой последующей единицей проданного товара предприятие получает прибыль.

Значение этого показателя важно для оценки текущего финансового состояния предприятия, а также для экономического планирования на перспективу. Точка безубыточности дает возможности [13]:

- определить целесообразность расширения производства, освоения новых технологий и видов продукции;
- оценить платежеспособность и финансовую стабильность, что важно для владельцев компании, инвесторов и кредиторов;
- проследить изменение показателя в динамике и выявить узкие места в производственном процессе;
- рассчитать и спланировать план продаж;
- определить допустимую величину снижения выручки или количество проданных единиц товара, чтобы не уйти в убыток;
- рассчитать влияние изменения цены, издержек производства и объема реализации продукции на финансовый результат.

Для расчета точки безубыточности необходимо знать постоянные и переменные затраты, которые представлены ниже в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Показатели затрат

Постоянные затраты, руб.	176 868
Переменные затраты за 10 м ³ , руб.	25 500
Цена за м ² , руб.	1 200
Переменные затраты за 1 м ³ , руб.	2 550
Налог на прибыль	20 %

Стоимость 1 м³ кругляка в крупных ЛПК стоит 2 550 руб. Для максимальной производительности будет достаточно 10 м³. Из 1 м³ можно сделать 20 м² текстурированной доски. Налог на прибыль входит в переменные затраты и составляет 20 %.

Цена 1 м² текстурированной доски стоит в среднем 1 200 руб. Стоимость данной доски в основном зависит от её показателей, от ширины, толщины и длины доски, поэтому цена текстурированной доски может колебаться.

В таблице 3.5 представлены показатели для расчета переменных затрат.

Таблица 3.5 – Показатели переменных затрат

Цена за кругляк, руб.	Налог на прибыль, руб.	Потребляемая электроэнергия станка мес.	Переменные затраты, руб.
2 550	-32 092	(5 кВт*8 ч)*2,90=3 528	7 590
5 100	-28 810	3 528	15 180
7 650	-25 528	3 528	22 770
10 200	-22 246	3 528	30 360
12 750	-18 964	3 528	37 950
15 300	-15 682	3 528	45 540
17 850	-12 400	3 528	53 130
20 400	-9 118	3 528	60 720
22 950	-5 836	3 528	68 310
25 500	-2 554	3 528	75 900
28 050	728	3 528	84 218
30 600	4 010	3 528	95 090
33 150	7 292	3 528	105 962

В таблице представлена стоимость за кругляк начиная с 1 м³ и заканчивая 13 м³.

Налог на прибыль подсчитан исходя из прибыли, которая начнется с объема производства в 160 м².

Потребляемая электроэнергия в месяц составляет 3 528 руб. подсчитан данный показатель исходя из мощности брашировального станка.

Ниже в таблице 3.6 представлены показатели для расчета точки безубыточности.

Таблица 3.6 – Показатели для расчета точки безубыточности

Доход, руб.	Постоянные затраты, руб.	Общие затраты, руб.	Объем производства, м ²	Марж. доход, руб.	Чистая прибыль, руб.
24 000	176 868	184 458	20	16 410	-160 458
48 000	176 868	192 048	40	32 820	-144 048
72 000	176 868	199 638	60	49 230	-127 638
96 000	176 868	207 228	80	65 640	-111 228
120 000	176 868	214 818	100	82 050	-94 818
144 000	176 868	222 408	120	98 460	-78 408
168 000	176 868	229 998	140	114 870	-61 998
192 000	176 868	237 588	160	131 280	-45 588
216 000	176 868	245 178	180	147 690	-29 178
240 000	176 868	252 768	200	164 100	-12 768
264 000	176 868	260 358	220	179 782	3 642
288 000	176 868	267 948	240	192 910	20 052
312 000	176 868	275 538	260	206 038	36 462

Объем производства текстурированной продукции начнем с 20 м², увеличивая объем в дальнейшем на 20 м². Маржинальный доход, это разница между выручкой, которую мы будем получать от реализованной продукции, и общей суммой переменных затрат.

Заключением к выше представленной таблице можно сказать, что чистую прибыль наше предприятие будет получать, начиная с объема продукции в 160 м² с учетом всех затрат.

Представленная сумма постоянных затрат включает в себя:

- заработную плату;
- аренду помещения;
- потребление электроэнергии;
- амортизацию брашировального станка.

В переменные затраты входят:

- стоимость кругляка;
- ставка рабочим;
- налог на прибыль.

Ниже на рисунке 3.3 будет графически представлен расчет точки безубыточности.

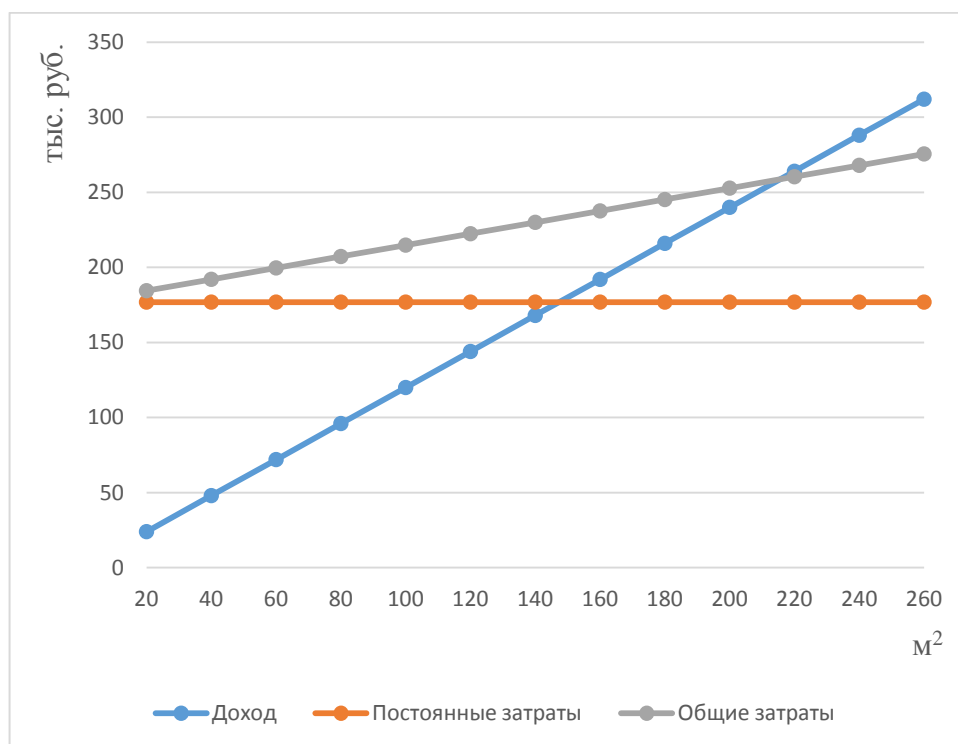


Рисунок 3.3 – Точка безубыточности

Исходя из выше представленного рисунка можно сделать вывод о том, что доход наше предприятие будет получать при объеме производства продукции со 160 м² и выше.

Точка пересечения дохода с постоянными затратами соответствует объему продукции в 100 м².

Чистый дисконтированный доход по-другому называют чистой приведенной или текущей стоимостью. В международной практике принято использование аббревиатуры NPV. Он представляет собой сумму всех дисконтированных значений притоков и оттоков, приведенных к настоящему моменту времени. Разница между поступлениями денежных средств и

понесенными затратами (инвестициями), определенная на сегодняшний день, называется чистой приведенной стоимостью.

Дисконтирование дохода позволяет инвестору сравнивать различные по временным параметрам проекты и принимать взвешенное решение об их финансировании.

Ниже в таблице 3.7 будут представлены показатели для расчета чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности, ставка дисконтирования равна 10 %.

Таблица 3.7 – Показатели чистого дисконтированного дохода

Показатели	месяца									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Инвестиции, тыс. руб.	300									
Чистый доход, тыс. руб.	0	4	20	36	53	69	86	102	119	135
Пром. расчеты	300	3,31	16,57	27,39	36,11	43,02	48,37	52,39	55,29	57,22
NPV	-300	-296,7	-280,1	-252,7	-216,6	-173,6	-125,2	-72,8	-17,5	39,7
Внутренняя норма доходности	15 %									

IRR или внутренняя норма доходности — это ставка процента, при которой приведенная стоимость всех денежных потоков инвестиционного проекта (т. е. NPV) равна нулю. Это означает, что при такой ставке процента инвестор сможет возместить свою первоначальную инвестицию, но не более того.

Ниже на рисунке 3.4 будет графически представлен расчет чистого дисконтированного дохода.

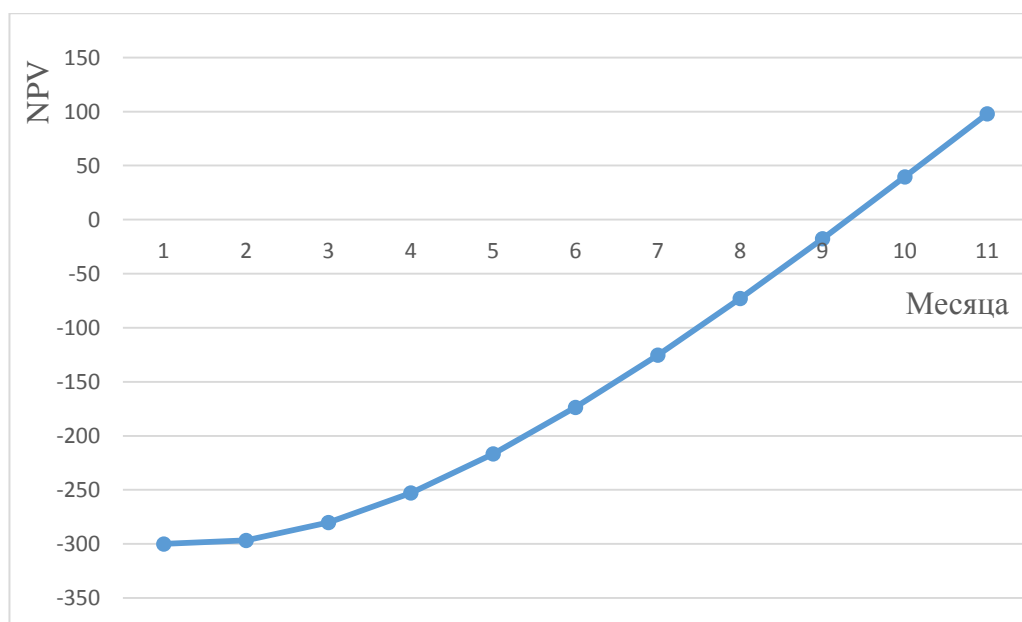


Рисунок 3.4 – Чистый дисконтированный доход

Заключением к выше представленной таблице и рисунку можно сказать что, сумма инвестиции в данный проект составляет 300 тыс. руб. при ставке дисконтирования 10 %, исходя из переменных и постоянных затрат, проект текстурирования окупится к 9 месяцу, внутренняя норма доходности равна 15 % что говорит о рентабельности данного проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В России области применения лиственницы очень огромны, но самым распространенным и популярным является область строительства. Лиственница как хозяйственно ценная порода давно привлекает внимание. Среди хвойных пород она является наиболее используемой. Данная порода хвойных деревьев имеет множество преимуществ, таких как:

- твердость;
- устойчивость к расщеплению;
- устойчивость к гниению;
- плотность.

Не говоря о ее лечебных свойствах и использования в медицине.

Помимо преимуществ данной породы имеются, также, недостатки, которые исходят из преимуществ лиственницы:

- высокое содержание смол;
- плотная, тяжелая структура;
- высокая прочность дерева.

В представленной работе были выявлены современные и новые области применения древесины лиственницы. Были представлены сравнительные характеристики нескольких хвойных пород, описана общая теория резания древесины и представлены специализированные станки. Так же были представлены основные строительные материалы, изготавливаемые из лиственницы:

- оцилиндрованное бревно;
- клееный брус;
- профилированный брус;
- доска пола;
- вагонка;
- террасная доска.

И представлены новые применения лиственницы в строительстве:

- блок-хаус;
- текстурирование или браширование лиственницы.

Текстурирование достаточно сложный и трудоемкий процесс, который выполняется химическим и механическим способом. Механический способ включает в себя на первом этапе, вычесывание мягких волокон древесины с помощью щеток с металлическим ворсом, вторым этапом идет процесс шлифовки с применением синтетического ворса, имеющего абразивное напыление, и последним этапом идет процесс полировки, посредством использования волосяной щетки.

В данной работе был представлен брашировальный станок, который является опытно-промышленным, способный за один проход делать текстурированную доску.

Также в выпускной квалификационной работе была подсчитана экономическая эффективность от внедрения станков для двух экземпляров, она составила для четырехстороннего – 3,6 млн. руб. Для брашировального – 2,3 млн. руб.

Был выполнен расчет точки безубыточности процесса текстурирования, исходя из которого можно сделать вывод о том, что предприятие будет получать прибыль, начиная с объема производства текстурированной доски в 220 м².

В работе также был подсчитан чистый дисконтированный доход, в котором видно, что данный проект, текстурирования, окупится на 9 месяце производства, с учетом инвестиции в размере 300 тыс. руб., а внутренняя норма доходности равна 15 %, что говорит о рентабельности проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2695-83 Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия. – Введ. 01.01.1984. – Москва :Стандартинформ, 2007. – 6 с.
2. Григорьев, М. А. Материаловедение для сталяров, плотников и паркетчиков : учебное пособие для ПТУ / М. А. Григорьев. – Москва : Высшая Школа, 1989. – 223 с.
3. Степанов, Б. А. Материаловедение для профессий, связанных с обработкой древесины : учебник для наук. проф. образования / Б. А. Степанов. - – Изд. 7-е, перераб. и доп. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.
4. Физические методы испытаний древесины / А. Н. Чубинский [и др.]. – Санкт-Петербург :СПбГЛТУ, 2015. – 125 с.
5. Какой материал лучше для стен бани — ель или сосна? [Электронный ресурс] : официальный сайт Ваша Баня – Режим доступа: <http://vasha-banya.com/voprosy-otvety/kakoj-material-luchshe-dlya-sten-bani-el-ili-sosna.html>.
6. Лиственница — самая представительная [Электронный ресурс] : официальный сайт Ботаничка.ru. – Режим доступа:<http://www.botanichka.ru/blog/2010/06/17/larch>.
7. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов в Российской Федерации в 2015 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2016 год / Пушкино, 2016. - 40 с.
8. Область применения лиственницы [Электронный ресурс] : официальный сайт expodesign.org.ru: навигатор в мире стройки и ремонта. – Режим доступа: <http://expodesign.org.ru/oblast-primenenija-listvennitsy>.
9. О компании ООО «Альянс Лес» [Электронный ресурс] : официальный сайт Альянс Лес. – Режим доступа: <http://www.alyansles.net/about>.

10. Полезные свойства и применение лиственницы сибирской [Электронный ресурс] : официальный сайт AyZdorov.ru. – Режим доступа: http://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_listvennica.php.

11. Породы древесины. Лиственница [Электронный ресурс] : официальный сайт Wood-Proom.ru. – Режим доступа: <http://wood-prom.ru/clauses/vidy-drevesiny/listvennitsa>.

12. Стоит ли строить дом из лиственницы: плюсы и минусы материала [Электронный ресурс] : официальный сайт GreenSector.ru. – Режим доступа: <http://greensector.ru/stroitelstvo-i-remont/stoit-li-stroit-dom-iz-listvennicy-plyusy-i-minusy-materiala.html>.

13. Сущность анализа безубыточности [Электронный ресурс] : официальный сайт Мир Знаний. – Режим доступа: <http://mirznanii.com/a/262141/sushchnost-analiza-bezubytochnosti>.

14. Точка безубыточности [Электронный ресурс] : официальный сайт Центр управления финансами. – Режим доступа: <http://center-yf.ru/data/economy/Tochka-bezubytochnosti.php>.